

Rüth, Marco

Mobiles Lernen sichtbar machen. Potenziale von mobilem Eye-Tracking für die Gestaltung lernwirksamer Lernräume

Igel, Christoph [Hrsg.]: Bildungsräume. Proceedings der 25. Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft, 5. bis 8. September 2017 in Chemnitz. Münster ; New York : Waxmann 2017, S. 133-139. - (Medien in der Wissenschaft; 72)



Quellenangabe/ Reference:

Rüth, Marco: Mobiles Lernen sichtbar machen. Potenziale von mobilem Eye-Tracking für die Gestaltung lernwirksamer Lernräume - In: Igel, Christoph [Hrsg.]: Bildungsräume. Proceedings der 25. Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft, 5. bis 8. September 2017 in Chemnitz. Münster ; New York : Waxmann 2017, S. 133-139 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-161265 - DOI: 10.25656/01:16126

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-161265>

<https://doi.org/10.25656/01:16126>

in Kooperation mit / in cooperation with:



WAXMANN
www.waxmann.com

<http://www.waxmann.com>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.
This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft



Christoph Igel (Hrsg.)

Bildungsräume

Proceedings der 25. Jahrestagung der
Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft
5. bis 8. September 2017 in Chemnitz

Christoph Igel (Hrsg.)

Bildungsräume

Proceedings der 25. Jahrestagung der
Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft

5. bis 8. September 2017 in Chemnitz

unter Mitarbeit von Maren Braubach



Waxmann 2017

Münster • New York

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Medien in der Wissenschaft, Band 72

ISSN 1434-3436

ISBN 978-3-8309-3720-3

ISBN-A 10.978.38309/37203

Der Volltext ist online unter www.waxmann.com/buch3720 abrufbar.

© Waxmann Verlag GmbH, 2017

www.waxmann.com

info@waxmann.com

Umschlaggestaltung: Pleßmann Design, Ascheberg

Umschlagfoto: © Marius Masalar – unsplash.com

Satz: Stoddart Satz- und Layoutservice, Münster

Druck: CPI Books GmbH, Leck

Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier,
säurefrei gemäß ISO 9706



Printed in Germany

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, verboten.

Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des

Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung

elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Inhalt

Editorial.....	9
----------------	---

1. Digitaler Bildungsraum Hochschule

Sandra Schön, Martin Ebner, Martin Schön, Maria Haas

Digitalisierung ist konsequent eingesetzt ein pädagogischer Mehrwert für das Studium: Thesen zur Verschmelzung von analogem und digitalem Lernen auf der Grundlage von neun Fallstudien	11
---	----

Annika Jokiahho, Birgit May

Hindernisse für die Nutzung von E-Learning an Hochschulen: Aktueller Forschungsstand.....	20
---	----

Sandra Hofhues, Mandy Schiefner-Rohs

Vom Labor zum medialen Bildungsraum: Hochschul- und Mediendidaktik nach Bologna	32
---	----

Matthias Haack, Thomas Jambor

Implementierung von realitätsnahen, elektrotechnischen Problemstellungen in mathematische Vorkurse.....	44
---	----

Antje Müller, Janna Macholdt

Entwicklungen begleiten: Neue Bildungsräume zur Verbindung von Theorie und Praxis in einer Vorlesung.....	57
---	----

Julian Dehne, Ulrike Lucke, Mandy Schiefner-Rohs

Digitale Medien und forschungsorientiertes Lehren und Lernen – empirische Einblicke in Projekte und Lehrkonzepte	71
--	----

Jana Riedel, Thomas Köhler

Digitalisierte Hochschulbildung: Status Quo der akademischen Bildung in Sachsen	84
---	----

Inske Preißler, Birga Stender

K.L.A.U.S. „Klausurvorbereitungs-App unterstützt Studierende“ – per Smartphone-App gegen hohe Durchfallquoten.....	90
--	----

Sebastian Krieg, Armin Egetenmeier, Ulrike Maier, Axel Löffler

Der Weg zum digitalen Bildungs(t)raum – Durch digitale Aufgaben neue Lernumgebungen schaffen	96
--	----

Michael S. Feurstein

Erklärvideos von Studierenden und ihr Einsatz in der Hochschullehre.....	103
--	-----

<i>Sónia Hetzner, Claudia Schmidt, Katja Sesselmann, Stefanie Zepf</i> Pimp your lecture: Erfolgreiche Ansätze zur Unterstützung der Digitalisierung der Lehre an der Friedrich-Alexander- Universität Erlangen-Nürnberg	110
---	-----

<i>Gabriele Irle, Johannes Moskaliuk</i> Was macht Lernen mit digitalen Medien in der Hochschule erfolgreich: Eine Einladung zum Perspektivenwechsel	116
--	-----

2. Digitaler Bildungsraum Praxis

<i>Dorit Günther</i> Vom Lerninhalt zum Exponat – Museumsräume als Impulsgeber für die aneignungsförderliche Gestaltung von virtuellen Lernräumen	120
---	-----

<i>Marco Rüth</i> Mobiles Lernen sichtbar machen: Potenziale von mobilem Eye-Tracking für die Gestaltung lernwirksamer Lernräume	133
--	-----

<i>Christian Rudloff</i> Inverted-Classroom-Modell im Fach Bewegung und Sport in der Primarstufenausbildung an der Pädagogischen Hochschule Wien. Eine Design-Based Research-Studie in der Lehrveranstaltung „Leichtathletik“	140
---	-----

3. Kollaboration und Netzwerke

<i>Anne Mock, Daniel Bodemer</i> Getting To Know Each Other: Group Awareness unterstütztes Lernen in Communities und Netzwerken.....	147
--	-----

<i>Wolfgang Golubski, Oliver Arnold, Frank Grimm</i> Das DIADEM-Modell – Ein Netzwerk didaktischer Bausteine auf Basis digitaler Medien	159
---	-----

<i>Elske Ammenwerth, Werner O. Hackl, Michael Felderer, Alexander Hörbst</i> Gruppendiskurse im virtuellen Lernraum: Förderung und Evaluierung der Critical Inquiry.....	170
--	-----

4. OER und Digitale Medien

<i>Bettina Höllerbauer, Martin Ebner, Sandra Schön, Maria Haas</i> Didaktisches Re-Design von Open Educational Resources: Vom MOOC zum offenen Unterrichtsetting für den Schulkontext.....	177
--	-----

<i>Alexander Tillmann, Jana Niemeyer, Detlef Krömker</i> Einfluss von Vorerfahrungen und Persönlichkeitsmerkmalen auf das Lernen mit eLectures	190
--	-----

<i>Felix Saurbier</i> Lernen mit Videos: Das TIB AV-Portal als Repositorium für offene Lernressourcen	202
---	-----

5. Kompetenzen und E-Assessments

<i>Michael Eichhorn, Ralph Müller, Alexander Tillmann</i> Entwicklung eines Kompetenzrasters zur Erfassung der „Digitalen Kompetenz“ von Hochschullehrenden	209
---	-----

<i>Claudia Bremer, Ingo Antony</i> Einsatz digitaler Medien für den lernerzentrierten Unterricht: Konzeption und Evaluation der Lehrerfortbildung „Lernkompetenz entwickeln, individuell fördern“	220
--	-----

<i>Norbert Pengel, Andreas Thor, Peter Seifert, Heinz-Werner Wollersheim</i> Digitalisierte Hochschuldidaktik: Technologische Infrastrukturen für kompetenzorientierte E-Assessments	232
--	-----

6. Poster und Demos

<i>Petra Bauer, Jasmin Bastian, Thomas Peterseil, Tim Riplinger</i> MINE. Mobile Learning in Higher Education	239
--	-----

<i>Nicole Labitzke, Anna Heym, Daniel Bayer</i> Lehrideen vernetzen – ein Kooperationsprojekt der Hochschule Mainz und der Johannes Gutenberg-Universität Mainz	241
---	-----

<i>Tilman-Mathies Klar, Bernard Robben, Bardo Herzig, Heidi Schelhowe</i> Interaktionsdesign in Bildungsräumen für reflexive Erfahrung am Beispiel einer interaktiven Schwarminstallation	244
---	-----

<i>Daniel Klug, Elke Schlote</i> Entwicklung einer Web-Applikation zur Analyse von audio-visuellen Medienangeboten im Schulunterricht	246
---	-----

<i>Tobias Hasenberg, Manuel Wagener</i> Virtuelles Möglichkeitsdesign für die universitäre Lehrer*innenbildung – ViDe SCOPE	249
---	-----

Autorinnen und Autoren	252
General Chair.....	265
Steering Committee	265
Reviewer	265
Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft (GMW).....	267

Mobiles Lernen sichtbar machen: Potenziale von mobilem Eye-Tracking für die Gestaltung lernwirksamer Lernräume

Zusammenfassung

Technologischer Fortschritt beeinflusst das Lehr- und Lernverhalten in physischen und digitalen Lernräumen. Besonders mobile Endgeräte ermöglichen aktives, mobiles, gemeinschaftliches sowie orts- und zeitunabhängiges Lernen. Aktives Lernen steht im Vergleich zu frontaler Lehre oft in Zusammenhang mit höherem Lernerfolg. Während bei frontaler Lehre größtenteils Lehrpersonen die visuelle Aufmerksamkeit der Lernenden beeinflussen, agieren Lernende bei mobilem Lernen eigenständig in Lernräumen und interagieren mit Lehrenden, Lernenden und Technologien. Welche Rolle die visuelle Aufmerksamkeit beim mobilen Lernen in physischen (z.B. in Klassenräumen) und in digitalen Lernräumen (z.B. in virtuellen Umgebungen) genau spielt, lässt sich mittels mobilem Eye-Tracking erforschen. So kann man schließlich zentrale Fragestellungen zu Pädagogik, Raum und Technologie genauer beantworten und Lernräume lernwirksamer gestalten.

1 Warum sollte man Lernräume umgestalten?

Mobile Endgeräte, adaptive und intelligente Systeme, virtuelle und erweiterte Realität sowie 3D-Visualisierungen sind wichtige Elemente zukünftiger digitaler (Weiter-)Bildung (vgl. Trendstudie vom mmb Institut, 2016). Dieselbe Studie identifiziert u.a. kollaboratives Lernen, handlungsorientiertes Lernen, adaptives Lernen und informelles Lernen als relevante didaktische Konzepte. Mit solchen technologischen wie didaktischen Entwicklungen ändern sich auch die Anforderungen an die Räume, in denen Lehren und Lernen stattfindet. Wird Lehren und Lernen in nicht zeitgemäß gestalteten Lernräumen umgesetzt, liegt ein Bedarf zur Umgestaltung dieser Lernräume vor. Auf diesen Bedarf deutet auch der aktuelle Horizon Report hin, der die Umgestaltung von physischen wie digitalen Lernräumen als anhaltenden Trend für Hochschulen prognostiziert (Adams Becker et al., 2017). Damit Lernräume zukunftsfähig bleiben, sollte deren Umgestaltung immer auf systematischen Bewertungen basieren, die Leitfragen zu Pädagogik, Raum und Technologie betrachten, erörtern und beantworten (vgl. Radcliffe, 2008).

2 Warum ist visuelle Aufmerksamkeit in Lernräumen wichtig?

Während die visuelle Aufmerksamkeit beim Instruktionslernen (Lernen durch Sehen, Zuhören, Notieren und Fragen, z.B. bei Vorlesungen) oft von Lehrenden geleitet wird, kann sie beim aktiven Lernen (Lernen durch eigenes Entscheiden, Handeln und Interagieren, z.B. bei problembasiertem Lernen) zentral die Leistung und das Verhalten von Lehrenden und Lernenden beeinflussen. Beispielsweise lässt sich anhand von Messungen des Blickverhaltens erörtern, inwiefern die Gestaltung von Lernräumen (z.B. durch den Einsatz von Farben für eine kreative Atmosphäre) und die darin integrierte Technologie (z.B. ergonomische Arbeitsplätze oder digitale Geräte) die visuelle Aufmerksamkeit, andere kognitive Prozesse, Emotionen und das Verhalten von Lehrenden und Lernenden beeinflussen.

Die Gestaltung von Lernräumen soll dazu führen, dass sie als „dritter Pädagoge“ in Hochschulen (Kirschbaum & Ninnemann, 2015) und in anderen Bildungskontexten das Lehren und Lernen unterstützen. Erstens beeinflusst die Raumgestaltung das Verhalten von Lehrenden und Lernenden beim aktiven Lernen und beim Instruktionslernen (Brooks, 2012). Zweitens können Studierende durch aktives Lernen – laut einer Metaanalyse von 225 Kursergebnissen im Bereich Naturwissenschaften und Technik (Freeman et al., 2014) – bessere Prüfungsergebnisse und geringere Misserfolgsquoten als durch Instruktionslernen erreichen. Drittens können Interaktionen mit Lernmedien und anderen Lernenden ausschlaggebende Aspekte dafür sein, *dass* der Lernerfolg in einigen Lernräumen höher ausfällt. Die tatsächliche Beteiligung und Rezeption können in diesen Fällen oft nur rückblickend geschätzt werden (vgl. Rohs, 2009). Das Blickverhalten der Lernenden kann hingegen konkrete Hinweise zum Lehr- und Lernverhalten geben, also dazu, *warum* sich der Lernerfolg in verschiedenen Lernräumen unterscheidet.

Von den Erhebungsmethoden visueller Aufmerksamkeit (s. Holmqvist et al., 2011) wird hier mobiles Eye-Tracking aufgrund von Stärken im Hinblick auf Handlichkeit, Ergonomie und technologische Möglichkeiten als geeignete Methode vorgestellt. Ein entscheidender Vorteil von mobilem gegenüber ortsfestem Eye-Tracking liegt darin, dass man die visuelle Aufmerksamkeit in Lernräumen untersuchen kann, ohne das Lehr- und Lernverhalten räumlich einzuschränken. Das natürliche Lehr- und Lernverhalten wird durch die Messung also nur minimal oder sogar gar nicht verfälscht. Erkenntnisse aus ortsfesten Messungen zur visuellen Aufmerksamkeit – z.B. bei multimedialem Lernen (van Gog & Scheiter, 2010) – liegen zwar vor. Jedoch unterscheiden sich ortsfeste von mobilen Messungen wegen der zusätzlichen räumlichen Freiheiten bei mobilen Messungen (vgl. Foulsham, Walker & Kingstone, 2011). Auch da mobiles Eye-Tracking bereits in Klassenräumen eingesetzt wurde (s. z.B. Prieto et

al., 2014), verspricht dessen Einsatz insgesamt ein innovatives Potenzial sowie neue Erkenntnisse für die Bewertung von Lernräumen.

Die wissenschaftliche Konzeption, Durchführung und Analyse von Eye-Tracking-Studien erfordert gute methodische Kompetenzen sowie die genaue Kenntnis theoretischer Grundlagen (s. z.B. Holmqvist et al., 2011). Die Datengrundlage der Studien bilden separate Videoaufnahmen vom Blickverhalten und vom Lernraum. Anhand der räumlichen und zeitlichen Verteilung von Blickparametern wie z.B. Fixationen (Dauer eines Blickes), Sakkaden (schnelle Augenbewegungen zwischen Fixationen) und Lidschlägen (Blinzeln) kann man die visuelle Aufmerksamkeit annähernd beschreiben. Annähernd deshalb, weil sie bewusst oder unbewusst auf einen Gegenstand (etwas bzw. jemanden) gerichtet sein kann und die Dauer von Fixationen nur ungefähr angibt, wie lange bestimmte Reize wahrgenommen und verarbeitet wurden (Eye-Mind-Hypothese, Just & Carpenter, 1980). Es wird zudem angenommen, dass bei jeder Fixation ein Aufmerksamkeitsfenster auf gewisse Merkmale von Gegenständen gerichtet ist, sodass nur die ausgewählten Merkmale wahrgenommen und andere Merkmale und Gegenstände ausgeblendet werden (Feature Integration Theorie, Treisman, 2006). Auch Persönlichkeitsmerkmale und die Merkmale von Reizen beeinflussen die visuelle Aufmerksamkeit (s. Kaspar & König, 2012; Kaspar, 2013). Für eine hohe Validität der Ergebnisse sollte man neben Eye-Tracking ergänzende quantitative und qualitative Methoden anwenden. Vor allem sollte man die Gedächtnisleistung der Lernenden durch Tests erfassen, die an die Lernform und den Lerninhalt angepasst sind. Das Potenzial mobilen Eye-Trackings für die Identifikation von lernwirksamen Faktoren in Lernräumen soll nun anhand von Beispielen deutlich werden.

3 Umgestaltung von Lernräumen mit mobilem Eye-Tracking

Im Prinzip können Lernräume jederzeit schnell, einfach und kostengünstig bewertet werden. Douglas & Gifford (2001) zeigten Lehrenden und Lernenden Fotos von Lernräumen und stellten fest, dass diese verschiedenen Eigenschaften physischer Lernräume ähnlich bewerten. Lernwirksame visuelle Merkmale von Lernräumen zu identifizieren und dabei Erfahrungen innerhalb von Lernräumen aus der Ich-Perspektive einzubeziehen, sind zwei entscheidende Schritte, welche erst mittels mobilem Eye-Tracking möglich werden. Hinweise können bereits Studien während der Gestaltungsphase liefern, z. B. indem Lernende Prototypen oder virtuelle Modelle von Lernräumen testen (vgl. Vasylevska et al., 2013). So können mobile Messungen der visuellen Aufmerksamkeit vor, während und nach der Umgestaltung von Lernräumen Hinweise zu deren Lernwirksamkeit und Qualität liefern.

Dass durch Erkenntnisse aus Studien mit mobilem Eye-Tracking Lernräume lernförderlicher gestaltet werden können, zeigen folgende Leitfragen und Beispiele zu den eingangs erwähnten Schwerpunkten Pädagogik, Raum und Technologie:

- Den Schwerpunkt Pädagogik bilden Fragestellungen dazu, wie das Lehren und Lernen in Lernräumen mit den Medien, Formen und Kompetenzen des Lehrens und Lernens zusammenhängt (vgl. Lackner & Kopp, 2014). Da es beim mobilen Lernen vermehrt um den eigenständigen Umgang mit *Lernmedien* geht, können digitale Systeme unterstützend agieren, z. B. indem sie bei einer zu hohen kognitiven Belastung bzw. Müdigkeit von Lernenden auf hilfreiche Materialien bzw. auf die Notwendigkeit einer Pause hinweisen (vgl. Calvi, Porta & Sacchi, 2008). Es kann untersucht werden, wie Lernmedien für *Lernformen* wie aktives und mobiles Lernen gestaltet und genutzt werden (sollten) und inwiefern vorhandene Gestaltungsprinzipien multimedialen Lernens (Clark & Mayer, 2016) zutreffen. Da mobiles, aktives und kollaboratives Lernen pädagogische Herausforderungen darstellen (vgl. Petersen & Gorman, 2014), können zukünftig mittels mobilem Eye-Tracking relevante *Kompetenzen* – z. B. professionelles Blickverhalten von Lehrenden und Lernenden in verschiedenen Lernräumen (vgl. Praetorius, McIntyre & Klassen, 2017) – bewertet und verbessert werden.
- Den Schwerpunkt Raum prägen Fragestellungen zum Einfluss verschiedener Gestaltungsmerkmale von Lernräumen auf das Lehr- und Lernverhalten. Grundlegende Zusammenhänge zwischen visueller Aufmerksamkeit und Lernförderlichkeit von Lernräumen kann man verstehen, indem man analysiert, wo (räumlich), wann und wie lange (zeitlich) und wie häufig Gegenstände betrachtet werden. Beispielsweise könnten gut lesbare physische Lernräume mit mehr Lernerfolg, Kreativität oder Zusammenarbeit einhergehen (vgl. Pearshouse et al., 2009) und somit aktives und mobiles Lernen fördern. Die Lesbarkeit von Lernräumen könnte man abschätzen, indem man geplante Aktionen anhand des Blickverhaltens erkennt (vgl. Hayhoe et al., 2012) und mit ausgeführten Aktionen vergleicht.
- Den Schwerpunkt Technologie bilden Fragestellungen, die die Integration von Technologien und Interaktionen mit Technologien in Lehr- und Lernkontexten fokussieren. Es bleibt zu hinterfragen, wie sich mobile Mensch-Maschine-Interaktion und andere technologische Trends mobilen Lernens (vgl. De Witt & Sieber, 2013) in Lernräume integrieren lassen. In Bezug auf Interaktionen mit Technologie kann man mittels Usability-Studien und mobilem Eye-Tracking die *Nutzung* von Medien nutzerfreundlicher gestalten (vgl. Rakoczi & Pohl, 2012). Zudem lässt sich die *Wirkung* diverser Medien untersuchen. In Bezug auf Lernleistung stellten Köster et al. (2015) fest, dass personalisierte Elemente auf Webseiten öfter betrachtet und besser erinnert werden als Elemente, die nicht personalisiert waren. Wie Gedächtnisleistung mit

personalisierten Elementen beim aktiven und mobilen Lernen in Lernräumen zusammenhängt, ist bisher noch weitestgehend unklar.

Anhand von mobil erfasster visueller Aufmerksamkeit kann man das Zusammenspiel von Pädagogik, Raum und Technologie bewerten. Neue Erkenntnisse aus Eye-Tracking-Studien können außerdem in vorhandene forschungsbasierte Gestaltungsleitfäden für physische (s. z.B. Finkelstein et al., 2016) und digitale Lernräume (s. z.B. Clark & Mayer, 2016) integriert werden.

4 Fazit

Anhand von Fallstudien mit mobilem Eye-Tracking kann man zentrale Leitfragen zu lernwirksamen Faktoren von Lernräumen betrachten, erörtern und beantworten. Systematische Bewertungen der Lernförderlichkeit sollten integraler Bestandteil bei der Entwicklung und Umgestaltung aller Lernräume sein. Mobiles videobasiertes Eye-Tracking bietet dabei einen intuitiven empirischen Zugang zur visuellen Aufmerksamkeit und zum realitätsnahen Lehr- und Lernverhalten. Eye-Tracking-Studien sollten bei der Umgestaltung von Lernräumen eingesetzt werden, da sie zur Weiterentwicklung evidenzbasierter Leitfäden, didaktischer Konzepte und zur Gestaltung lernwirksamer Lernräume für aktives und mobiles Lernen beitragen.

Literatur

- Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall Giesinger, C. & Ananthanarayanan, V. (2017). *NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium. Abrufbar unter: <https://cdn.nmc.org/media/2017-nmc-horizon-report-he-EN.pdf> (30.06.2017).
- Brooks, D.C. (2012). Space and Consequences: The Impact of Different Formal Learning Spaces on Instructor and Student Behavior. *Journal of Learning Spaces*, 1(2).
- Calvi, C., Porta, M., & Sacchi, D. (2008). e5Learning, an E-Learning Environment Based on Eye Tracking. In *Proceedings of the 2008 Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (S. 376-380). IEEE Computer Society.
- Clark, R. C. & Mayer, R. E. (2016). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- De Witt, C. & Sieber, A. (2013). *Mobile Learning*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Douglas, D. & Gifford, R. (2001). Evaluation of the physical classroom by students and professors: A lens model approach. *Educational Research*, 43(3), 295-309.

- Finkelstein, A., Ferris, J., Weston, C. & Winer, L. (2016). Research-Informed Principles for (Re) designing Teaching and Learning Spaces. *Journal of Learning Spaces*, 5(1).
- Foulsham, T., Walker, E. & Kingstone, A. (2011). The where, what and when of gaze allocation in the lab and the natural environment. *Vision research*, 51(17), 1920-1931.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H. & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. In *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415.
- Hayhoe, M. M., McKinney, T., Chajka, K. & Pelz, J. B. (2012). Predictive eye movements in natural vision. *Experimental brain research*, 217(1), 125-136.
- Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H. & Van de Weijer, J. (2011). *Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford: Oxford University Press.
- Just, M. A. & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological review*, 87(4), 329-354.
- Kaspar, K. (2013). What guides visual overt attention under natural conditions? Past and future research. *ISRN Neuroscience*, Article ID 868491, 1-8.
- Kaspar, K. & König, P. (2012). Emotions and personality traits as high-level factors in visual attention: a review. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 321.
- Kirschbaum, M., & Ninnemann, K. (2015). „Der Raum ist der dritte P  dagoge“. Die Bedeutung von Lernräumen f  r eine zeitgem   e Hochschulelehre. *Forschung & Lehre*, 9(2015), 738-739.
- K  ster, M., R  th, M., Hamborg, K. C. & Kaspar, K. (2015). Effects of personalized banner ads on visual attention and recognition memory. *Applied Cognitive Psychology*, 29(2), 181-192.
- Lackner, E. & Kopp, M. (2014). Lernen und Lehren im virtuellen Raum. In K. Rummler (Hrsg.), *Lernräume gestalten – Bildungskontexte vielfältig denken* (S. 174-186). Münster u. a.: Waxmann.
- mmb Institut für Medien- und Kompetenzforschung (2016). *Schlussbericht zur Trendstudie: Digitale Bildung auf dem Weg ins Jahr 2025*. Abrufbar unter: https://www.learntec.de/data/studie-zur-25.-learntec/schlussbericht_studie-im-rahmen-der-25.-learntec.pdf (30.06.2017)
- Pearshouse, I., Bligh, B., Brown, E., Lewthwaite, S., Graber, R., Hartnell-Young, E. & Sharples, M. (2009). *A study of effective evaluation models and practices for technology supported physical learning spaces (JELS)*. JISC.
- Petersen, C. I. & Gorman, K. S. (2014). Strategies to address common challenges when teaching in an active learning classroom. *New Directions for Teaching and Learning*, 137, 63-70.
- Praetorius, A.-K., McIntyre, N. A. & Klassen, R. M. (2017). Reactivity effects in video-based classroom research: an investigation using teacher and student questionnaires as well as teacher eye-tracking. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 20(1), 49-74.
- Prieto, L. P., Wen, Y., Caballero, D., Sharma, K. & Dillenbourg, P. (2014). Studying teacher cognitive load in multi-tabletop classrooms using mobile eye-tracking. In *Proceedings of the Ninth ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces* (S. 339-344). New York: ACM.

- Radcliffe, D. (2008). A pedagogy-space-technology (PST) framework for designing and evaluating learning places. In D. Radcliffe, W. Wilson, D. Powell, & B. Tibbetts (Hrsg.), *Learning spaces in higher education: Positive outcomes by design* (S. 11-16). St Lucia, QLD: The University of Queensland.
- Rakoczi, G. & Pohl, M. (2012). Visualisation and analysis of multiuser gaze data: Eye tracking usability studies in the special context of e-learning. In *2012 IEEE 12th International Conference on Advanced Learning Technologies* (S. 738-739). IEEE.
- Rohs, M. (2009). Quantitäten informellen Lernens, In M. Brodowski (Hrsg.), *Informelles Lernen und Bildung für eine nachhaltige Entwicklung* (S. 35-42). Opladen: Barbara Budrich.
- Treisman, A. (2006). How the Deployment of Attention Determines What We See. *Visual Cognition*, 14(4-8), 411-443.
- van Gog, T. & Scheiter, K. (2010). Eye tracking as a tool to study and enhance multimedia learning. *Learning and Instruction*, 20(2), 95-99.
- Vasylevska, K., Kaufmann, H., Bolas, M. & Suma, E. A. (2013). Flexible spaces: Dynamic layout generation for infinite walking in virtual environments. In *2013 IEEE Symposium on 3D User Interfaces* (S. 39-42). IEEE.